Aportacions al coneixement del Neogen postorogènic de la cubeta sedimentària de Campos (Mallorca, Illes Balears, Mediterrània occidental)

Guillem MAS i Joan J. FORNÓS

SHNB

SOCIETAT D'HISTÒRIA NATURAL DE LES BALEARS

Mas, G. i Fornós, J.J. 2006. El Neogen postorogènic de la cubeta sedimentària de Campos (Mallorca, Illes Balears, Mediterrània occidental). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 49: 67-81. ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca.

Es descriu un aflorament situat al sud de Campos (na Serral), on s'observa la relació estratigràfica entre el Pliocè i el basament miocè sobre el qual es disposa. Aquesta relació només havia estat observada fins a la data en la cubeta de Campos mitjançant sondatges. La seqüència pliocena de tipus regressiu que està formada per dues unitats que corresponen a dipòsits litorals restringits i somes a la base i dunars a sostre, es disposen de forma extensiva sobre una superfície irregular formada per calcàries estromatolítiques del Miocè terminal que mostren unes caracterísiques diagenètiques molt particulars amb neomorfismes i abundant dolomitització. A la zona de contacte hi són presents les morfologies paleocàrstiques amb petits col·lapses i la injecció i rebliment de materials plàstics argilosos que deformen part de la seqüència.

Paraules clau: *sedimentologia, diagènesi, paleoambients, Miocè terminal, Pliocè, Mallorca, Mediterrània occidental.*

THE POST-OROGENIC NEOGENE OF CAMPOS BASIN (MALLORCA, BALEARIC ISLANDS, WESTERN MEDITERRANEAN). A Neogene outcrop with the stratigraphical relationship between the Pliocene and the Miocene basement located south of Campos (na Serral) is described. At the moment this relationship had been only observed in subsoil studies. The Pliocene sequence shows a regressive type formed by two main sequences that correspond to a littoral and shallow restricted marine at the base that evolve to an aeolian deposition. They overlay by means of an erosion and karstification surface the stromatolithic limestones of the upper Miocene that show special diagenetic characteristics with neomorphisms and dolomitization. At the contact between the units palaeokarst features are present with collapses infilled by plastic muds that overprint part of the sequence.

Keywords: *Sedimentology, Diagenesis, Palaeoenvironments, Terminal Miocene, Pliocene, Mallorca, Western Mediterranean.*

Guillem MAS, Societat d'Història Natural de les Balears. Carrer Margarida Xirgu 16 baixos, 07011 Palma de Mallorca; Joan J. FORNÓS, Departament de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears. Cra. Valldemossa, km 7,5. 07122 Palma. E-mail: joan.fornos@uib.es

Recepció del manuscrit: 25-set-06; revisió acceptada: 15-des-06.

Introducció

Els depòsits postorogènics més recents, Miocè superior, Pliocè i Pleistocè, rebleixen les cubetes o conques més deprimides de l'illa de Mallorca: conques de Palma, Inca-sa Pobla i Campos que han estat subsidents fins a la data (Fornós i Gelabert, 1995). Aquest fet dóna com a resultat un feble coneixement de la geometria sedimentària i relacions geomètriques entre els seus dipòsits que tan sols han pogut ésser estudiats mitjançant l'anàlisi de sondatges (normalment d'exploració hidrològica) degut a la manca d'afloraments en superfície, tapats en la seva major part per una important cobertora al·luvial pleistocena–holocena i pel desenvolupament del sòl edàfic. Dins d'aquest context la conca o cubeta de Campos és la que presenta més mancances en el seu coneixement. Així, la seva geometria és pràcticament desconeguda (Gelabert, 1998). Dades obtingudes mitjançant la modelització gravimètrica feta per Ayala *et al.* (1994) permeten atribuir a la cubeta de Campos una profunditat d'uns pocs centenars de metres, amb un espessor de materials postorogènics que, d'acord amb el mapa d'isobates de materials postburdigalians de Fuster (1973), no sobrepassaria els 400 m. També Colom (1985) a partir de l'anàlisi d'uns sondatges (sondatges 3.- Llucmajor-Campos i 4.- Zona de Campos), indica la presència del Neogen postorogènic a la zona de Campos tot indicant que presenta una evolució del medi marí fins un règim lacustre total plioquaternari. Poques dades més es tenen disponibles d'aquesta àrea fora les dades aportades per la cartografia geològica a escala 1:50.000 del IGME (Instituto Tecnológico Geominero de España, 1991) en la que s'indica una potència mitjana de la formació plioquaternària entre 30 i 50 m disposada sobre les calcàries esculloses miocenes.

Amb motiu de la realització, per part de la Direcció Insular de Carreteres del Consell Insular de Mallorca, de la primera fase de les obres de reforma de la carretera Campos – Sa Ràpita (Ma-6030) i coincidint amb una trinxera de desmunt ha estat posat al descobert un tall que mostra un significatiu contacte del Miocè terminal – Pliocè dins la cubeta sedimentaria de Campos. Aquest aflorament resulta del tot més interessant tenint en compte la dificultat per observar afloraments prequaternaris al pla de Campos, fora de la informació fragmentària proporcionada per les pedreres, alguns sondatges i/o petits afloraments superficials esporàdics molt erosionats.

L'objectiu doncs del present treball es fer la descripció detallada de les unitats que afloren en un aflorament situat al sud de Campos (na Serral) i que s'atribueixen al Miocè superior i Pliocè i analitzar les seves característiques sedimentològiques tot discutint la seva relació estratigràfica, a la vegada que s'analitzen possibles inferències paleoambientals.

Localització

L'aflorament estudiat (Fig. 1) es troba localitzat al terme municipal de Campos (Illa de Mallorca, Illes Balears, Mediterrània Occidental); en concret al tram quilomètric 4,9 – 5,2 km de la carretera Ma-6030 (abans PM-603) que uneix Campos amb sa Ràpita (Coordenades: projecció UTM x: 117395; y: 55535; z: 25 m). El nom de l'aflorament correspon al topònim: *Na Serral* (local); *Es Serral* (Mascaró, 1987). Es tracta de dues seccions paral·leles corresponents als talls laterals d'una trinxera de desmunt posada al descobert per les

obres de reforma de la carretera, amb una llargària total de la secció d'uns 300 m i una potència màxima exposada a llarg de tot l'aflorament d'uns 4,5 m.

Estratigrafia (sedimentologia)

Localment, als talls proporcionats per l'aflorament esmentat es poden distingir els dos trams força diferenciats separats per una superfície d'erosió irregular però continua i parcialment carstificada que passarem seguidament a descriure. El tram inferior atribuït al Miocè terminal i el superior corresponent al Pliocè (Fig. 2).

Miocè terminal

En la unitat miocena hi podem distingir dues seqüències similars amb estromatòlits que presenten una potència al voltant d'un metre cada una. La inferior està incompleta pel fet de que no es veu la base (nivell d'aflorament corresponent al límit de l'excavació realitzat per a l'ampliació de la carretera). Seguint de baix a dalt, la descripció els diferents nivells és com segueix:

a) 1, 20 m de calcàries blanques en les quals és freqüent la presència de fines laminacions estromatolítiques d'ordre mil·limètric de potència. Els doms estromatolítics presenten a la base dimensions centimètriques (Fig. 3A) del tipus LLH (Logan *et al.*, 1964) amb una microstructura formada per partícules i laminada que cauria dins de la classificació com a estromatòlit micrític (Flügel, 2004). Lateralment pot passar a estar format per calcisiltites blanques amb traces de laminacions estromatolítiques (estromatòlits aglutinats). A sostre d'aquest nivell els doms estromatolítics adquireixen dimensions mètriques (Fig. 3B). La roca, que presenta un elevat grau de cristal·linitat, està molt dolomititzada encara que de forma molt irregular tan en la vertical com en l'horitzontal. Aquesta dolomitització és més evident en els nivells amb presència de laminacions estromatolítiques. Els percentatges de dolomita oscil·len entre un 59 i un 99 % del total de la roca, essent la resta calcita per lo que podríem parlar d'una dolomia. Es tracta d'una roca

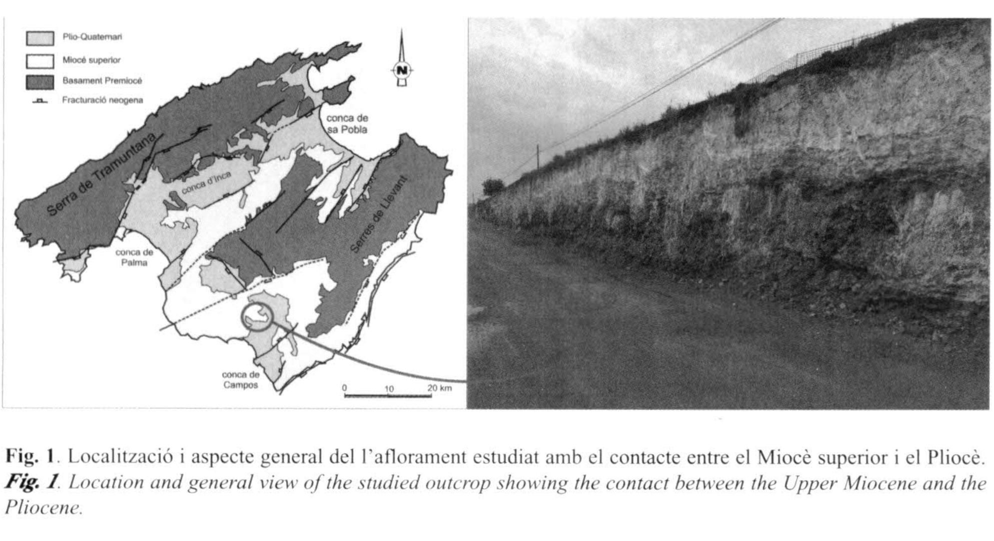


Fig. 1. Localització i aspecte general del l'aflorament estudiat amb el contacte entre el Miocè superior i el Pliocè.
Fig. 1*. Location and general view of the studied outcrop showing the contact between the Upper Miocene and the Pliocene.*

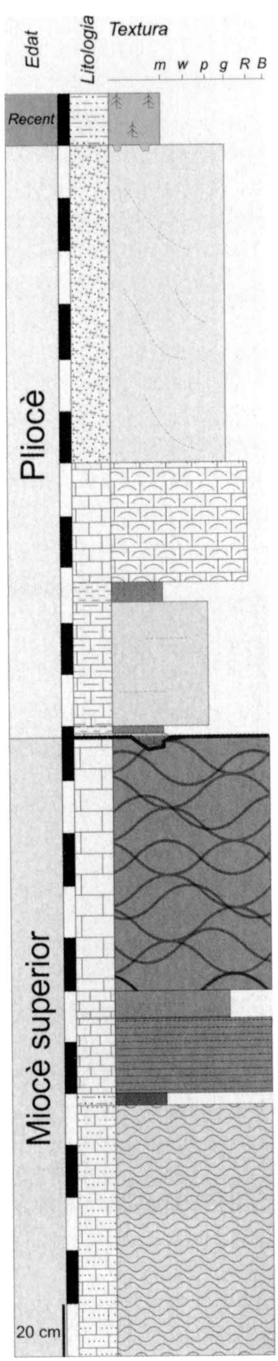


Fig. 2. Sèrie estratigràfica sintètica representativa de l'aflorament de na Serral (Campos).

***Fig. 2**. Synthetic stratrigraphical log of the materials cropping out in na Serral (Campos).*

molt pura on el percentatge d'impureses és molt baix normalment inferior al 1 % en el qual el component principal és el quars i hi han indicis d'argiles (en la seva major part caolinita), que es fan especialment evidents a sostre ja en el contacte amb el següent nivell.

b) 0,10 a 0,20 m d'un nivell molt irregular, però continu, format per llims argilosos de color verdós (Fig. 3C). Es tracta de material fi, compost en la seva major part per llims (mediana, 10,62 µm que correspon a llims mitjans), amb un 17,1 % d'argiles i un 5,1 % d'arenes molt fines, amb una moderada classificació. Des del punt de vista composicional està format en la seva major part per quars amb un 20% d'argiles (il·lita i caolinita) i un poc de calcita.

c) 0,35 m nivell carbonatat molt continu en tot l'aflorament en contacte net amb el nivell inferior a la paleotopografia del qual s'hi adapta perfectament amb les seves laminites criptalgals (Fig. 3D i 3E) que corresponen a estromatòlits aglutinats de gra fi, de color molt obscur. Presenta una important presència de sílex en forma de nòduls i localment en làmines amb un elevat grau d'alteració que proporciona caolinita.

d) 0,15 m nivell similar a l'anterior però amb una menor proporció del sílex i una certa dolomitització. La laminació es fa molt difusa.

e) 1 m de calcàries negres d'aspecte esponiforme (Fig. 3F). Presenta cristalls esparítics obscurs que denoten una forta recristal·lització. Presenta laminacions estromatolítiques amb forma de doms d'escala mètrica no sempre clarament visibles i amb una microstructura molt complexa el que permet

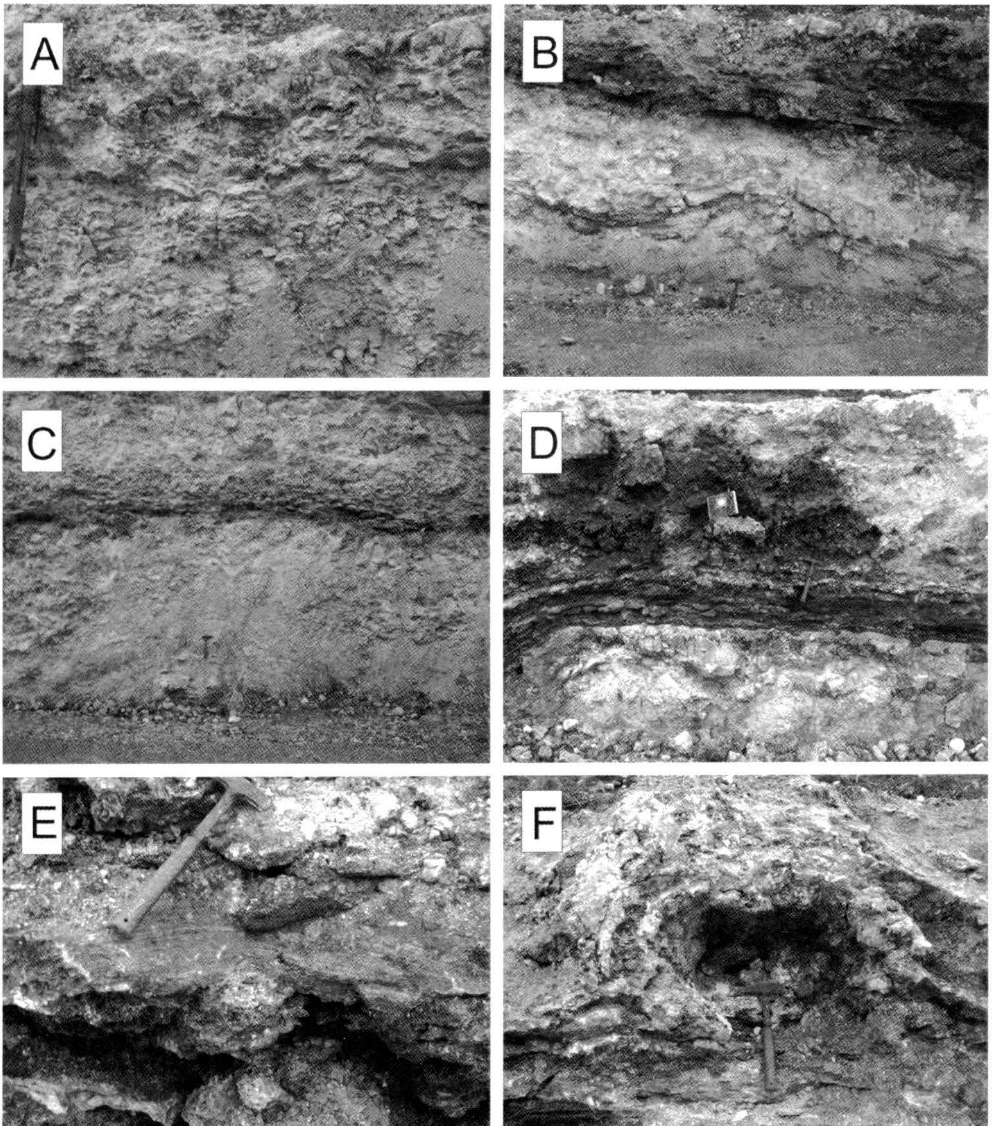


Fig. 3. Imatges de detall de les morfologies estromatolítiques dels dipòsits del Miocè superior. Veure detalls al text.
Fig. 3. *Detail views of stromatolithic morphologies in the upper Miocene deposits. See more details in text.*

classificar-los com a thrombòlits aglutinats de gra gruixut (Flügel, 2004). Localment presenten estructura columnar i els doms estan individualitzats. Lateralment aquests thrombòlits passen a calcarenites grogues molt bioturbades amb fauna característica de medis restringits, especialment amb presència de mol·luscs.

La seqüència miocena que s'observa a l'aflorament estudiat presenta una seqüència transgressiva litoral restringida que aniria probablement de les condicions intermareals de la base fins a condicions clarament submareals a sostre de la seqüència amb la presència dels thrombòlits. Tot això, dins d'unes condicions diagenètiques força característiques.

El contacte entre aquest unitat miocena i la que se li superposa atribuïda al Pliocè és força irregular a mitjana escala (Fig. 4). Està format per un nivell irregular de pocs centímetres format per lutites ocres (llims arenosos) formats per grans de quars en més d'un 70 %, carbonats i una proporció d'argiles al voltant del 3 % (il·lita principalment i caolinita). D'una banda es tracta d'un contacte net que segueix la paleotopografia original i que ve marcada per la forma suaument ondulada amb lleugeres convexitats d'alguns decímetres d'altura i amplades d'ordre mètric dels doms estromatolítics; i per l'altre, aquesta superfície està tallada per una sèrie de depressions, probablement degudes al col·lapse d'algun dels doms estromatolítics inferior i/o cavitats de petites dimensions. Aquestes depressions estan reblides pels materials de la unitat sobrejacent de forma sinsedimentària definida per l'engruiximent de la unitat pliocena immediatament superior.

Pliocè (sèrie estratigràfica)

La seqüència pliocena presenta dos nivells clarament diferenciables perl color (Fig. 5) en la que s'hi han distingit fins a sis nivells (Fig. 6) que de base a sostre són:

a) 1 – 2 cm de lutites de color blanc – gris clar extensives i en contacte directe sobre el Miocè terminal. Contenen abundants gasteròpodes (Cerithiacea), bivalves, restes carbonosos, pues d'equinoderm i foraminífers (*Ammonia becari, ...*).

b) 5 – 10 cm d'argiles ocres amb abundants foraminífers (principalment *Ammonia becari* i també *Ephidium crispum*).

c) 0,25 – 1,50 m de calcilutites de color groc, molt limolítiques als trams inferiors i més arenoses als nivells superiors. Els nivells limolítics inferiors es caracteritzen per la presencia d'abundants foraminífers (*Ammonia becari* i també *Ephidium crispum*), ostràcods (*Cyprideis torosa*) i peixos (dents de petits espàrids, ...). També presenten moltes restes vegetals.

d) 5 – 10 cm d'argiles ocres– verdes, de característiques i composició similars a les del nivell b) amb abundants foraminífers com *Ammonia becari* i també *Ephidium crispum.*

e) 0,20 – 1 m constituïts essencialment per una lumaquel·la massiva (*rudstone*) de bivalves (*Ostrea* sp., *Cardium* sp.), gasteròpodes (*Conus* sp.) i altres mol·luscs, dels que únicament es conserva el motlle, excepció feta dels ostrèids que constitueixen l'espècie clarament dominant arribant a formar autèntics bancs d'ostres (Fig. 7A). També s'ha observat algun ostràcode.

f) 0,5 – 3 m de biocalcarenites blanques d'aspecte massiu i molt bretxificades. Contenen rars foraminífers que degut a



Fig. 4. Contacte irregular entre la unitat miocena i els dipòsits pliocens.
Fig. 4*. Irregular contact between the Miocene and the Pliocene materials.*

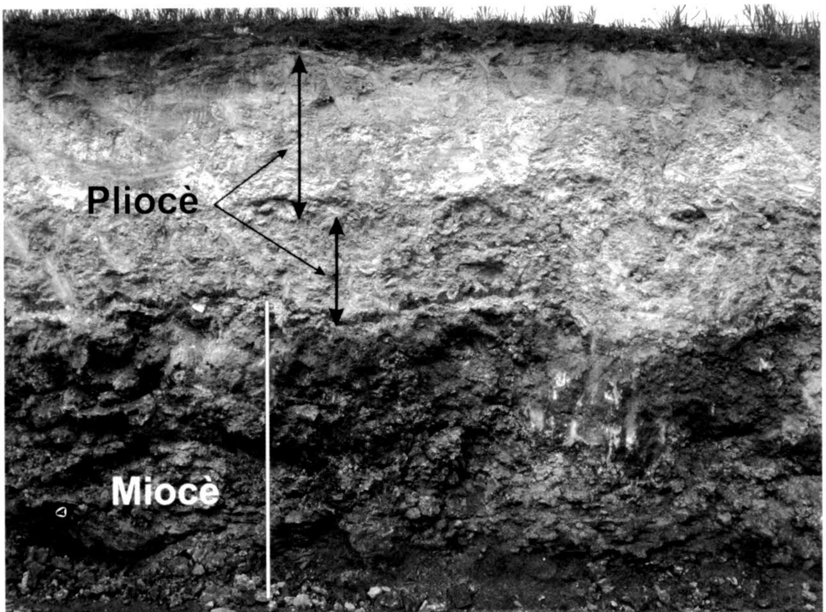


Fig. 5. Dins dels dipòsits pliocens hi són ben visibles dues unitats diferents.
Fig. 5*. Two main units can be differentiated into the pliocene deposits.*

l'alteració són difícils de classificar (probablement *Ammonia becari*).

Cobreixen tota la sèrie argiles i llims holocènics (*terra rosa*) que constitueixen l'actual sol d'alteració, formant el denominat "call vermell" de les terres de cultiu del pla de Campos; on es poden distingir, retallant i reblint els trams superiors de la sèrie pliocènica, els perfils de clots d'un antic cultiu de vinya, actualment transformat en camp de regadiu (Fig. 7B).

En conjunt, el Pliocè, constitueix una seqüència marina granocreixent amb influencies continentals, extensiva i que es sobreposa directament sobre el Miocè terminal (prèviament meteoritzat, parcialment carstificat i, probablement, erosionat).

Els materials pliocènics es troben afectats per deformacions degudes a desplaçaments verticals provocats per enfonsaments del sediment, que tenen la seva correspondència amb col·lapses de la unitat bassal miocènica i que han afectat al sediment Pliocè del tota l'àrea horitzontal superior.

Destacar un espectacular tram col·lapsat que, afavorit per la plasticitat limolítica de la subunitat d) del conjunt pliocènic (Fig. 8), ha provocat l'esllavissament d'aquests mateixos materials argilosos de la subunitat d), aparentant la injecció de materials argilosos dins de la seqüència pliocena, al trobar-se a la vegada delimitat clarament per dues petites fractures distensives.

Discussió

a) Miocè

Els dipòsits miocènics que hem descrit corresponen al debatut episodi de la *Crisi de Salinitat Messiniana* que té lloc entre els 6,1 i 5,3 Ma i que sembla que més que ser causada per causes climàtiques (Fauquette *et al.*, 2006; Blanc, 2006), seria a causes tectòniques que originarien els successius tancaments dels passadissos Bètic i del Rift amb l'aïllament del mar Mediterrani de l'oceà Atlàntic. De les dues teories discutides a l'actualitat, la de Krijgsman *et al.* (1996) i la de Clauzon *et al.* (1996), la primera consideraria les evaporites marginals i de conca profunda com a sincròniques, mentre que la segona consideraria la seva deposició com a dos episodis clarament separats. La que sembla adaptar-se més a la seqüència present a la zona de Campos així com als altres dipòsits de la mateixa edat descrits a altres zones de Mallorca (Fornós i Pomar, 1983) és la de Clauzon *et al.* (1996). Aquest model de la *Crisi Messiniana* descriu que el nivell marí del mediterrani durant aquest període davallaria en dues fases separades per un període d'inundació. La primera fase que passaria fa 5,8 Ma i que afectaria només als marges de la conca tindria una amplitud moderada d'uns 100 m de descens (un poc més segons Agnès i Mauffret, 2006) que donaria lloc a les denominades evaporites gipsíferes inferiors. La segona fase que representaria una caiguda més dràstica de més de 1.500 m, afectaria a tota la conca i tindria lloc fa uns 5,6 Ma, seria la responsable de la gruixa de sediments evaporítics que hi ha a les zones profundes i de l'encaixament i incisió dels grans canyons submarins relacionats amb els principals cursos fluvials. Entre mig d'aquestes dues fases regressives tindria lloc el denominat episodi del *Lago Mare* (Clauzon *et al.*, 2005) en la qual es produiria la invasió del Mediterrani per les aigües més superficials del Paratethys oriental (Popov *et al.*, 2006) durant les fases d'ascens del nivell de la mar. Aquest episodi està format per dipòsits salobrosos que inclourien abundància de dipòsits amb fàcies estromatolítiques així com dipòsits de tipus lacustre i d'aigües somes amb fauna salobrosa.

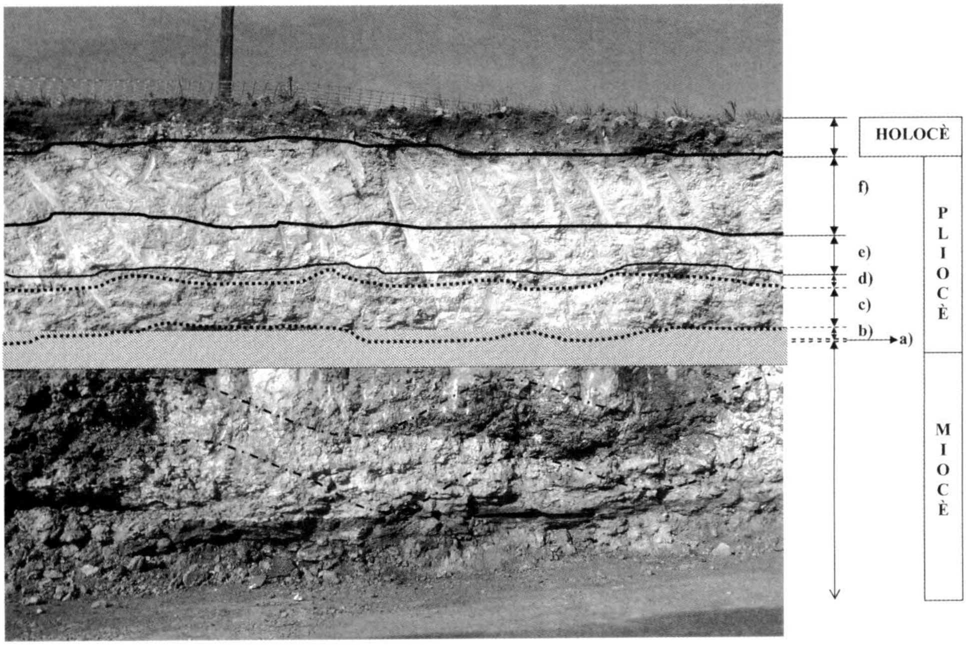


Fig. 6. Nivells diferenciats dins del Pliocè. Veure detalls dins del text.
Fig. 6*. Different levels observed into the Pliocene. See more details in text.*

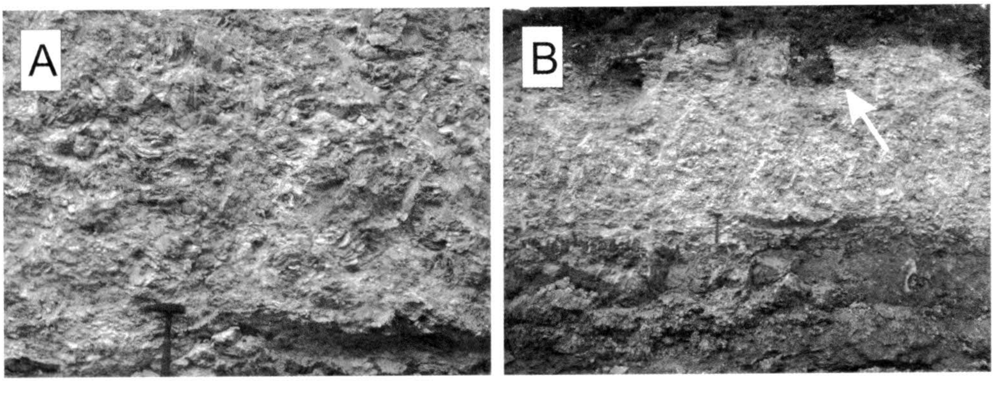


Fig. 7. A) Bancs d'ostres (*bioherms*) dins dels dipòsits del Pliocè. B) Clots d'un antic cultiu de vinya.
Fig. 7*. A)* Ostraea sp. *bioherms in the Pliocene deposits. B) Human made depressions corresponding to an old vineyard cultivation.*

Aquest Miocè terminal referit ha estat descrit a Mallorca dins de les formacions denominades *Calcàries Pont d'Inca* descrites a partir del sondeig S.19 (SGOP) al Pont d'Inca (García-Yagüe i Muntaner, 1968), que es corresponen amb les *Calcàries de Santanyí* (Pomar *et al.*, 1983), les *Facies Pont d'Inca* de la *Unitat estromatolítica superior* (Fornós i Pomar, 1983), el *Complex terminal messinià* (Alvaro *et al.*, 1984) i calcàries neomòrfiques de la part superior de la *Seqüència de Santanyí TM. 3.3* (Simó i Ramon, 1986). És tracta del tram superior de la unitat 8 del full 724 (39-28) del Mapa Geològic d'Espanya (ITGE, 1991).

Segons aquesta interpretació doncs, els dipòsits descrits correspondrien al episodi d'ascens del nivell de la mar entre les dues etapes regressives, període que inclouria l'estadi isotòpic TG15 (Shackleton *et al.*, 1995; Vidal *et al.*, 2002) i que es desenvoluparia entre ca. 5,8 i 5,7 Ma. La important diagènesi soferta pels nivells superiors del Complex Terminal correspondria amb el màxim de la crisi messiniana amb la dràstica caiguda del nivell de la mar (Agnès i Mauffret, 2006).

Els estromatòlits són estructures organo-sedimentàries laminades adherides al substrat, producte de l'activitat metabòlica de microorganismes fotosintètics, principalment algues cianofícies (cianobacteris). Els microorganismes s'estratifiquen i van creixent a través del sediment que es va solidificant, mentre que molts restes orgànics són sepultats com a part de la laminació. Al ésser sepultats, els microorganismes constructors alliberen individus que recolonitzen la superfície. La matèria orgànica sepultada es descompon amb el temps, formant buits que s'omplen de sediment, el que pot conferir a l'estromatòlit una textura porosa. Gràcies al seu caràcter pancrònic (organismes que no s'han extingit des de la seva aparició) i tenint en compte el principi de l'actualisme, les formacions estromatolítiques faciliten la realització d'inferències paleoambientals. El creixement dels estromatòlits es troba sempre lligat a cossos d'aigua necessitant d'unes condicions físic – químiques de bona lluminositat i alta concentració de sals i nutrients, cosa que probablement passaria en plena crisi de salinitiat messiniana. Per això s'ubiquen en aigües somes, amb un creixement òptim vers els 10 – 15 m de profunditat, principalment en ambients restringits (ambients hipersalins, badies tropicals, ...) adoptant una organització en forma de colònies irregulars que formen vertaders esculls algals que ofereixen un ecosistema que proporciona alimentació, refugi i protecció per a molts altres organismes (peixos, mol·luscs, crustacis, cucs, altres algues, ...) dins d'un ambient tranquil que evita l'arrossegament del substrat per l'embat de les ones i afavoreix la reproducció.

La presència de l'aflorament estudiat coincideix amb la secció efectuada en l'ampliació de la carretera per tal d'eliminar el desnivell present. Sembla probable que el dit relleix topogràfic correspongui a la forma heretada que s'hauria format al Miocè per la construcció biogènica estromatolítica. Aquesta forma positiva, més afectada per la carstificació seria agradada per la transgressió pliocena posterior que presentaria aquí fàcies litorals i molt somes.

b) Pliocè

El Pliocè es correspon amb les formacions descrites com a la *Seqüència de Son Mir (TP.1)* i *Seqüència de Búger-St. Jordi (TP.2)* (Simó i Ramón, 1986) definides com a *Calsisiltites de Son Mir* i *Calcarenites de St. Jordi* (Barón i Pomar, 1978; Pomar *et al.*, 1983) i la *Unitat deposicional Pliocena* (Alvaro *et al.*, 1984). És tracta de la unitat 9

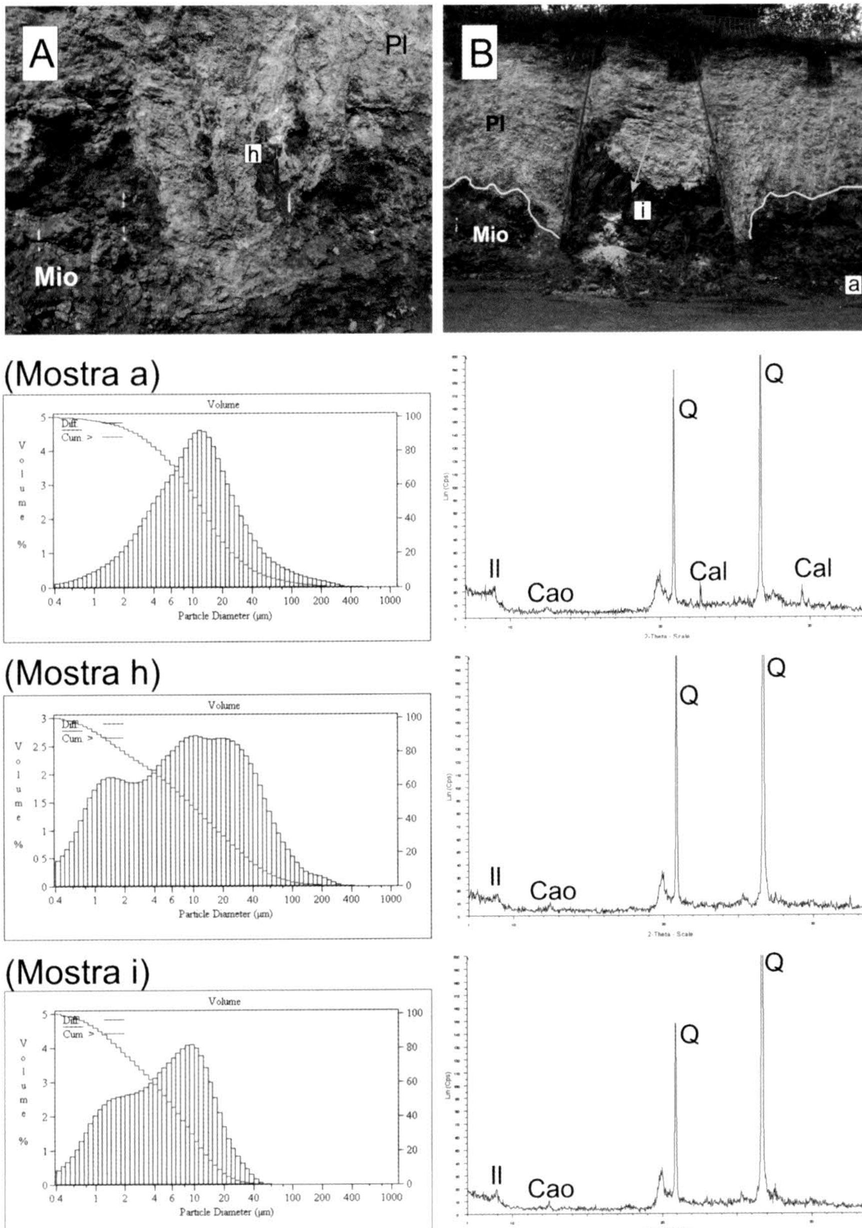


Fig. 8. A, B, Col·lapse i rebliment per materials argilosos pliocens del sostre de la unitat miocena. Característiques texturals (columna de l'esquerra) i mineralògiques (columna de la dreta) de mostres dels nivells argilosos: Mostra (a), llims del Miocè; mostra (h), llims argilosos del Pliocè; mostra (i), llims argilosos de rebliment.

***Fig. 8**. A, B, Collapse and infilling by Pliocene muds of the Miocene upper levels. Textural (left column) and mineralogical characteristics (right column) of the muddy levels: Mostra (a), Miocene silts; Mostra (h), Pliocene clayey silts; Mostra (i), infilling clayey silts.*

del full 724 (39-28) del Mapa Geològic d'Espanya (ITGE, 1991). Pel seu contingut micropaleontològic es pot atribuir aquesta seqüència al Pliocè inferior (Colom, 1980; 1985), corresponent els nivells arenosos més superiors al Pliocè mitjà-superior.

En conjunt, el Pliocè, conforma una seqüència marina transgressiva amb influencies continentals, que es pot interpretar com a dipòsits corresponents a un ambient inicialment molt restringit (lacustre – salobre) evolucionant a tipus delta (sistema deltaic) i de platges que s'instal·len amb posterioritat a la denominada "crisi de salinitat" de finals de l'època miocènica.

En aquest sentit, al Mediterrani Occidental a l'inici del Pliocè es produeix la formació i obertura de l'estret de Gibraltar després del tancament successiu dels passadissos Bètic i del Rift amb una sèrie de moviments verticals que fan que el Pliocè presenti, en tota l'àrea mediterrània occidental, fàcies més continentals si exceptuem algunes conques marginals com seria el cas que ens ocupa i l'establiment de condicions marines somes envoltant la part emergida i que correspondria a grans trets a la plataforma marina actual (Meulenkamp *et al.*, 2000; Popov *et al.*, 2006).

La presència massiva de foraminífers en els nivells basals b) i c) de la unitat pliocènica descrita, es podria ben bé correlacionar amb un alt *índex de productivitat* (eclosió microfaunística) coincident amb un canvi profund de fàcies, lligada a grans canvis eustàtics i transgressius, com els ocorreguts a la gran transgressió atlàntica, d'entrada massiva d'aigües al Mediterrani durant el Pliocè inferior (Mateu, 1982).

Els nivells massius d'ostrèids localitzats en el tram e) de la unitat pliocènica es poden interpretar com a bioherms d'ostres (Alvaro *et al.*, 1984). Els esculls d'ostres, típics dels ecosistemes dels estuaris, ens indiquen també que ens podríem trobar davant d'un ecosistema d'aquest tipus. Les ostres es van fixant unes amb les altres construint monticles o canals de valves velles, tenint així un millor accés a la interacció dels corrents i de la matèria orgànica que produeixen un flux d'aliment per a les ostres vives.

La presència d'una important superfície d'erosió i carstificació que afecta a tot el conjunt miocènic i que es veu reflectit amb espectaculars formes de col·lapse (Fornós, 1999), no s'ha pogut constatar d'una forma clara en l'aflorament estudiat. De totes maneres, els esfondraments d'ordre mètric observats (Fig. 9) podrien ser, o bé degudes al caràcter laminar i l'elevada porositat de les formacions estromatolítiques, acompanyades de factors de neomorfisme i/o probablement també, a la carstificació. Probablement la conjunció d'ambdós processos explicarien la formació d'aquestes petites estructures de col·lapse en el substrat miocènic que afectarien de retruc als materials pliocènics superiors.

Conclusió

A manera de conclusió podem dir que s'ha descrit un interessant aflorament del trànsit Miocè superior – Pliocè a la depressió neògena de Campos. És la primera vegada que s'observa, fora perforació del subsòl el contacte, de més de 200 m lineals, entre ambdues formacions, i és encara de major interès pel fet de localitzar-se a l'interior, on donada la geomorfologia de l'àrea es fa difícil l'observació directa de l'estructura geològica deixant de banda les pedreres, cosa que no passa a la zona litoral.

Es tracta d'una aportació puntual al coneixement de la geologia de la cubeta de Campos que s'emmarca dins el complex marc estructural de l'illa de Mallorca.



Fig. 9. Aspecte general de la superfície d'erosió i carstificació que afecta als nivells superiors del Miocè terminal.
***Fig. 9**. General view of the karstification and erosion surface affecting the upper levels of the Terminal Miocene.*

Després de l'estructuració de les Balears al Miocè mig, es produeix el rebliment d'una sèrie de cubetes subsidents, entre elles la depressió de Campos, mitjançant la progradació de una sèrie carbonatada escullosa Tortoniana-messiniana (Pomar, 1991) que finalitza amb els episodis relacionats amb la crisi messiniana de dessecació del Mediterrani amb les dues etapes regressives i l'episodi marí transgressiu del *Complex Terminal* caracteritzat aquí, com a la resta del Mediterrani occidental per la gran presència d'estructures estromatolítiques. La transgressió pliocena reompliria les àrees més subsidents uniformitzant el paleorelleu originat per les construccions biogèniques (tant la dels esculls originals, com els posteriors creixements estromatolítics).

En la deposició pliocena s'han diferenciat dues unitats que corresponen probablement, al Pliocè inferior i superior, respectivament, però la manca de fauna característica no ha permès afinar en la cronologia.

És interessant destacar el tipus de contacte concordant Miocè-Pliocè afectat per una sèrie de microdepressions de tipus col·lapse probablement càrstic però afavorits per l'estructura estromatolítica inferior. A la zona de contacte les calcàries han estat fortament afectades per una dolomitització que és molt irregular així com per altres processos de neomorfisme relacionats probablement amb les fases perievaporítiques corresponents al darrer estadi de la crisi de salinitat messiniana.

Des de la perspectiva paleoambiental es reforça l'existència d'un model d'evolució postorogènica que inclou des d'un ambient finimiocènic restringit d'aigües somes hipersalines (tipus *Lago Mare – Sabkha*) amb esculls estromatolítics de caràcter tropical – subtropical, que es segueix, després d'un

breu episodi continental de condicions diagenètiques molt especials (probablement hipersalinitat), amb l'establiment d'un ambient marí inicialment molt litoral (Pliocè inicial) evolucionant a un ambient més temperat de tipus deltaic amb bancs d'ostrèids i platges, evolucionant finalment cap a un sistema dunar (Pliocè mitjà – superior).

Agraïments

El present treball és una contribució parcial als projectes de la DGI del Ministerio de Educación y Ciencia - FEDER BTE2002-04552-C03-02 i CGL2006-11242-C3-01/BTE. A Joan Cifre dels Serveis Científico-Tècnics de la Universitat de les Illes Balears l'ajuda en l'anàlisi de difracció de RX de les mostres i a Guillem Mateu Vicens la classificació dels foraminífers.

Bibliografia

Agnès, M. i Mauffret, A. 2006. Relationship between erosion surfaces and Late Miocene Salinity Crisis deposits in the Valencia Basin (northwestern Mediterranean): evidence for an early sea-level fall. *Terra Nova*, 18: 321-329.

Alvaro, M.; Barnolas, A; Del Olmo, P; Ramírez del Pozo, J. i Simó, A. 1984. El Neógeno de Mallorca: Caracterización sedimentológica y bioestratigráfica. *Bol. Geol. Miner.*, 95(1): 3-25.

Ayala, C.; Pous, J.; Sàbat, F.; Casas, A.; Rivero, L. i Gelabert, B. 1994. Modelización gravimétrica de la isla de Mallorca. *Rev. Soc. Geol. España*. 7 (3-4).

Barón, A. i Pomar, L. 1978. *Recent distribution of Neogene sedimentation areas of the Mediterranean. Area 405: Balearic depression.* IGCP project núm. 25 UNESCO-IUGS

Blanc, P.L. 2006. Improved modelling of the Messinian Salinity Crisis and conceptual implications. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 238: 349-372.

Clauzon, G.; Suc, J.P.; Gautier, F.; Berger, A.; Loutre, M.F. 1996. Alternate interpretation of the Messinian Salinity Crisis: controversy resolved? *Geology*, 24(4): 363-366.

Clauzon, G.; Suc, J.P.; Popescu, S.M.; Marunteanu, M.; Rubino, J.L.; Marinescu, F.; Jipa, D. 2005. Influence of the Mediterranean sea-level changes on the Dacic Basin (Eastern Paratethys) during the late Neogene: the Mediterranean Lago Mare facies deciphered. *Basin Research*, 17: 437-462.

Colom, G. 1980. Nota preliminar sobre la existencia del plioceno inferior, marino, en Mallorca (Baleares). *Acta Geológica Hispánica*, 15(2): 45-49. Madrid

Colom, G. 1985. Estratigrafía y paleontología del Andaluciense y del Plioceno de Mallorca (Baleares). *Bol. Geol. y Min.* 46 (3): 235-302.

Fauquette, S.; Suc, J.P.; Bertini, A.; Popescu, S.M.; Warny, S.; Taoufiq, N.B.; Pérez-Villa, M.J.; Chikhi, H.; Feddi, N.; Subally, D.; Clauzon, G.; Ferrier, J. 2006. How much did climate force the Messinian salinity crisis? Quantified climatic conditions from pollen records in the editerranean region. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 238: 281-301.

Flügel, E. 2004. *Microfacies of carbonate rocks. Analysis, interpretation and application.* Springer. 976 p.

Fornós, J.J. 1999. Karst collapse phenomena in the Upper Miocene of Mallorca (Balearic Islands, Western Mediterranean). *Acta Geologica Hungarica*, 42 (2): 237-250.

Fornós, J.J. i Gelabert, B. 1995. Lithology and tectonics of the Majorcan Karst. *Endins*, 20: 27-43.

Fornós, J.J. i Pomar, L. 1983. Mioceno superior de Mallorca: Unidad calizas de Santanyí ("Complejo terminal"). In: Pomar, L., Obrador, J., Fornós, J. i Rodríguez-Perea, A. Eds. *El Terciario de las Baleares (Mallorca - Menorca). Guía de las excursiones. X Congreso Nacional de Sedimentología, Menorca 1983.* Grupo Español de Sedimentología. pp 177-206. Palma de Mallorca

Fuster, J. 1973. *Estudio de las reservas hidráulicas totales de Baleares. Informe de síntesis general.* Ministerio de Obras Públicas, Industria y Agricultura. 2 toms. Madrid

García-Yagüe, A. i Muntaner, A. 1968. *Estudio hidrogeológico del llano de Palma.* Ministerio de Obras Públicas. D.G.O.P. i S.G.O.P. 3 toms. Madrid

Gelabert, B. 1998. *La estructura geológica de la mitad occidental de la isla de Mallorca.* Instituto

Tecnológico Geominero de España. 129 pp,. Madrid

Instituto Tecnológico Geominero de España. 1991. *Mapa Geológico de España. Escala 1:50:000. Hoja 724 (39-28): Lluchmayor*. 49 pp. Madrid

Krijgsman, W., Hilen, F.J., Raffi, I., Sierro, F.J. i Wilson, D.S. 1996. Chronology, causes and progresion of the Messinian salinity crisis. *Nature*, 400: 652-655.

Logan, B.W., Rezaki, R. i Ginsburg, R.W. 1964. Classification and environmental significance of algal stromatolites. *Journal of Geology*, 72: 68-83.

Mascaró, J. 1987. *Mapa General de Mallorca*. 2a ed. V. Colom R. Editor. Palma de Mallorca.

Mateu, G. 1982. El Neógeno-Pleistoceno de Mallorca: Biocronoestratigrafía y Paleocenografia en base a los Foraminíferos Planctónicos. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 26: 75-133.

Meulenkamp, J.E., Sissingh, W., *et al.* 2000. Maps 17-23 – Tertiary. In: Dercourt, J., Gaetani, M., et al. (Eds.). Atlas Peri-Tethys, Palaeogeographical Maps. CCCG/CGMW, Paris, pp. 153-268.

Pomar, L. 1991. Reef geometries, erosion surfaces and high-frequency sea-level changes, upper miocene Reef Complex, Mallorca, Spain. *Sedimentology*, 38: 243-269.

Pomar, L., Marzo, M. i Barón, A. 1983. El Terciario de Mallorca. In: *El Terciario de las Baleares (Mallorca - Menorca). Guía de las excursiones. X Congreso Nacional de Sedimentología*. Grupo Español de Sedimentologia. pp 21-44. Menorca

Popov, S.V., Shcherba, I.G., Ilyna, L.B., Nevesskaya, L.A., Paramanova, N.P., Khondkarian, S.O. i Magyar, I. 2006. Late Miocene to Pliocene palaeogeography of the Paratethys and its relation to the Mediterranean. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 238: 91-106.

Shackleton, N.J., Hall, M.A. i Pate, D. 1995. Pliocene stable isotope stratigraphy of site 846. *Proc. Ocean Drilling Program Sci. Resuls*, 138: 337-355.

Simó, A. i Ramon, X. 1986. Análisis sedimentológico y descripción de las secuencias deposicionales del Neógeno postorogénico de Mallorca. *Bol. Geol. Miner*, 97(4): 446-472. Madrid

Vidal, L., Bickert, T., Wefer, G. i Röhl, U. 2002. Late Miocene stable isotope stratigraphy of SE Atlantic ODP Site 1085: relation to Messinian events. *Marine Geology*, 180: 71-85.